

AN: PAT 1987-038273
TI: Treating heat-exchanger inner tube surfaces using an electrolyte, electric field for cross-wise ionic migration and demineralised water
PN: **DE3625862-A**
PD: 05.02.1987
AB: Electrolyte is circulated in the isolated tube section being treated and an electric field is generated between treatment device and tube producing a cross-wise ionic migration, subsequently the electric field is rendered inoperative and the electrolyte removed. The tube section is rinsed with demineralised water after which the water is removed and an additional compressed air-system entirely empties that tube section. The arrangement comprises an external distribution unit (50) for various fluids, a treatment device inside tube (1) with electrode (52) located between two flexible seals (53,54) connected to distribution unit (20) via device (51), forming a circuit for the electrolyte or rinsing fluid for free space (67) formed by tube (1), electrode (52) and flexible seals (53,54). Device (51) consists of synthetic outer tube (32) fitted with metallic inner tube (23) forming an intermediate circular space (33) for electrolyte or rinsing fluid and small synthetic tube (46) inside metallic tube (23) forming intermediate circular space (47) with tube (23) as a discharge circuit for electrolyte and rinsing fluid. Electrode (52) is fitted to end of coaxial tubes (32,23,46) using component (55) supporting flexible seal (53), comprising channels (57,58) connected to circular spaces (47,33) and connecting flexible seal (53) via branch opening (62). Several channels (65) of electrode (52) connect free space (67) via radial openings (68) with circuit (58,33) to supply rinsing fluid or electrolyte. Electrode (52) is electrically connected via metallic tube (23).; The procedure and arrangement can be used for treatment of heat-exchanger inner tube surfaces. The provision of a simple procedure for derusting, removal/caustic removal of deposits on tube inner surfaces and most effective protection of the tube against corrosion by primary fluid without modification of metallurgical and mechanical conditions of the tube.
PA: (FRAT) FRAMATOME;
IN: GAUDIN J P; LAVALERIE C; GAUDIN J;
FA: **DE3625862-A** 05.02.1987; BE905213-A 04.02.1987;
DE3625862-C2 16.11.1995; FR2585817-A 06.02.1987;
US4826582-A 02.05.1989; ZA8605823-A 02.02.1987;
CO: BE; DE; FR; US; ZA;
IC: C23F-013/00; C25D-007/04; C25D-017/10; C25F-001/04;
C25F-003/16; F28F-019/06; F28G-001/00; F28G-013/00;
G21C-000/00;
MC: J08-D02; M11-H05; M14-K; X25-R06;
DC: J08; M11; Q78; X25;
PR: FR0011954 05.08.1985;
FP: 02.02.1987
UP: 16.11.1995

BEI AVAILABLE COPY

This Page Blank (uspto)



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 36 25 862 C 2

⑤1 Int. Cl.®:
C 25 F 1/04
C 25 F 3/16
F 28 G 1/00

②1 Aktenzeichen: P 36 25 862.8-45
②2 Anmeldetag: 31. 7. 86
④3 Offenlegungstag: 5. 2. 87
④5 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 16. 11. 95

DE 36 25 862 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1
05.08.85 FR 85-11954

⑦3 Patentinhaber:
Framatome, Courbevoie, FR

⑦4 Vertreter:
Beetz und Kollegen, 80538 München

⑦2 Erfinder:
Lavalerie, Claude, Taverny, FR; Gaudin, Jean-Paul,
Lyon, FR

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE-OS	14 96 757
FR	25 34 410
FR	23 46 819
US	27 64 540
EP	01 71 717 A1

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zur Oberflächenbehandlung von Wärmetauscherrohren

DE 36 25 862 C 2

2

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Oberflächenbehandlung von Wärmetauscherrohren der Dampferzeuger von Druckwasser-Kernreaktoren.

Die Dampferzeuger von Druckwasser-Kernreaktoren enthalten im allgemeinen ein U-förmiges Rohrbündel, dessen Enden in einer sog. Rohrplatte befestigt sind. Diese Rohrplatte trennt den Dampferzeuger in eine Druckwasserzone und in eine Speisewasserzone. Das Rohrbündel ist in der Speisewasserzone des Dampferzeugers angeordnet, und die Rohrenden durchqueren die gesamte Platte, so daß sie mit der Druckwasserzone in Verbindung stehen. Diese Zone ist zweigeteilt, wobei der eine Teil das Druckwasser in den Rohren des Bündels verteilt und der andere Teil das Druckwasser aus den Rohren vor seiner Rückkehr in den Reaktorbehälter sammelt. Das Speisewasser wird erhitzt und verdampft beim Kontakt mit der Außenwand der Rohre des Bündels.

Die Enden der Rohre des Bündels sind jeweils durch Aufweiten in den Bohrungen der Rohrplatte befestigt, wobei die in die Rohrplatte eingeführten Enden der Rohre mittels eines Walzgerätes aufgewalzt werden. Zusätzlich werden die Enden der Rohre mit der Rohrplatte bündig verschweißt.

Die Rohre des Bündels trennen das radioaktive Primärfluid von dem das Sekundärfluid bildenden Speisewasser oder dessen Dampf. Dieser Dampf wird zu den außerhalb des Reaktorgebäudes angeordneten Turbinen geleitet. Zur Vermeidung von Kontaminationen ist es sehr wichtig, daß die Rohre eine vollständige Trennung zwischen dem Primärfluid und dem Sekundärfluid sicherstellen.

Nach einer gewissen Betriebszeit des Dampferzeugers unter schwierigen Betriebsbedingungen können, z. B. durch Korrosion, Spalte, Risse, Perforierungen oder Durchbrüche an einzelnen Rohren auftreten.

Korrosionsanfällig ist insbesondere der Bereich der Zwischenträgerplatten, die zahlreiche Bohrungen für die Rohre aufweisen. Hier können durch turbulente Strömung Schwingungen und Vibrationen der Rohre in den Bohrungen auftreten, die ein Lockern des Rohrs und örtlich begrenzte Korrosionsschäden verursachen. Ferner kann an der Oberfläche der Rohrplatte Spannungskorrosion auftreten, die auf den Fuß des Rohrs übergreift. Trotz einer Spannungsfrei-Behandlung bei der Herstellung ist in diesem Teil noch eine Übergangszone mit starken Restspannungen vorhanden.

Diese Fehler und Mängel müssen durch Verhütungs- oder Reparaturmaßnahmen beseitigt werden.

Die Verhütungsmaßnahmen bestehen darin, die Innenfläche der Rohre mit einem geeigneten korrosionsfesten Metall auszukleiden, zweckmäßigerweise durch einen elektrolytischen Überzug, der frei ist von Streck- oder Dehnungsspannungen. Bei Dampferzeugern von Kernkraftwerken kann als Elektrolyt ein Nickelsalz verwendet werden, um eine Auskleidung mit Nickel zu erhalten, die gegen die Wirkungen des Primärfluids wenig empfindlich ist.

Bei der Reparatur der Rohre wird eine Art innere Auskleidung durch Lötten oder Schweißen befestigt. Bei einer solchen Reparatur sind drei Hauptschritte erforderlich, nämlich eine Lokalisierung der Schäden durch Messung, eine Reinigung und das eigentliche Auskleiden.

Das elektrolytische Polieren ist ein sehr geeignetes

Verfahren zur Reinigung der Innenflächen der Rohre, das einen perfekten Oberflächenzustand und eine vernachlässigbare Dickenabnahme ergibt, und bei dem der Strömungs-Widerstand nicht geändert wird. Beim elektrolytischen Polieren werden unter der Wirkung einer Potentialdifferenz zwischen einem Werkzeug und der Rohrwand Anbackungen abgebaut und ausgeschieden.

Aus der FR-OS 2 346 819 ist ein Verfahren zur chemischen Säuredekontaminierung von Rohrleitungen eines Dampferzeugers bekannt, bei dem ein Rohr auf beiden Seiten der zu behandelnden Zone abgesperrt wird und die dekontaminierend wirkenden Substanzen in diese Zone eingeleitet werden.

Nach Entleeren dieser Zone wird ein Korrosionshemmstoff oder -inhibitor eingeführt, woraufhin eine Spülung mit entionisiertem Wasser erfolgt.

Desgleichen ist aus der FR-OS 2 534 410 eine Vorrichtung bekannt, mit der eine Dekontamination durch Elektropolieren in den Dampferzeugerrohren, von der Innenseite der Rohrplatte an auf einer geringen Länge durchgeführt werden kann.

Ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bearbeitung der Rohrrinnenflächen von Dampferzeugern nach den Oberbegriffen der unabhängigen Ansprüche ist aus der nicht veröffentlichten EP 0 171 717 A1 bekannt. Gemäß dieser Druckschrift wird der Elektrolyt durch das ganze zu behandelnde Rohr gepumpt. Bei diesem Verfahren entsteht eine große Menge an kontaminiertem Elektrolyten, und eine aufwendige Nachreinigung des Rohrs ist erforderlich.

DE-OS 1 496 757 und US 2 764 540 beschreiben Werkzeuge zum elektrolytischen Glätten von Rohrrinnenflächen mit einer Behandlungsanordnung, die in das zu behandelnde Rohr eingeführt und über eine Zuleitung mit Elektrolyt versorgt wird. Nach Gebrauch fließt der Elektrolyt durch das Rohr frei ab.

Allen diesen Verfahren und Vorrichtungen ist gemeinsam, daß nach dem Poliervorgang eine große Menge an kontaminiertem Elektrolyten vorliegt, die entsorgt werden muß. Dies ist aufwendig und teuer.

In der Tat kann das elektrolytische Polieren nur auf einer Zone geringer Länge (Höhe) ausgeführt werden, denn die Stärke des erforderlichen Stroms und die Elektrolytmenge sind zur behandelten Oberfläche proportional. Das Volumen der die aktivierten Partikel oder Teilchen enthaltenden ausströmenden Flüssigkeit muß aber möglichst gering gehalten werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur elektrolytischen Oberflächenbehandlung der Rohrrinnenflächen von Dampferzeugern anzugeben, bei denen die erforderliche Stromstärke und das Volumen ausströmender Flüssigkeiten gering sind, die aber dennoch über die gesamte Höhe bzw. Länge der Rohre anwendbar sind.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die in den Patentansprüchen 1 bzw. 3 angegebenen Merkmale gelöst.

Vorteilhafte Varianten des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels und der Zeichnung weiter erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine Ansicht der Konstruktion der erfindungsgemäßen Vorrichtung, die in ein Rohr eines Dampferzeugers in Arbeitsposition eingeführt ist,

Fig. 2 eine vergrößerte Schnittansicht des unteren Teils der Vorrichtung, der auf der Rohrplatte des

Dampferzeugers liegt, und

Fig. 3 eine vergrößerte Schnittansicht des oberen Teils der Vorrichtung, der in dem zu behandelnden Rohr liegt.

In Fig. 1 ist ein Rohr 1 eines Wärmetauschers dargestellt, dessen eines Ende in ein Loch einer Rohrplatte 2 eingeführt ist.

Die Vorrichtung zur Behandlung der Innenfläche des Rohrs 1 weist eine untere Verteileranordnung 20 zur Verteilung verschiedener Fluide, die unter der Rohrplatte 2 angeordnet ist, sowie eine obere, in das Rohr 1 eingeführte Behandlungsanordnung 50 auf.

Die Verteileranordnung 20 gestattet die Einleitung der verschiedenen Fluide in die Behandlungsanordnung 50 und besitzt Anschlüsse 3, 4 und 5 zur Einspeisung von aktivem Elektrolyten und eines Druckfluids sowie zur Abführung des belasteten Elektrolyten. Die Verteileranordnung 20 weist ein Tragelement 6 auf, über das die Vorrichtung auf einem nicht dargestellten Träger befestigt ist, um den Positioniervorgang zu automatisieren.

Zwischen der Verteileranordnung 20 und der Innenseite der Rohrplatte 2 ist ein Distanzrohr 7 eingeschoben, das die Höhe und die vertikale Position der Vorrichtung festlegt.

Die Behandlungsanordnung 50 umfaßt mehrere koaxiale Rohre 51 und eine Elektrode 52, die zwischen zwei dehnbaren Dichtmanschetten 53 und 54 angeordnet ist. Die Länge der koaxialen Rohre 51 ist so gewählt, daß die zwischen den dehnbaren Dichtmanschetten 53 und 54 liegende Elektrode 52 in der zu behandelnden Zone des Rohrs 1 positioniert wird.

Die in Fig. 2 im einzelnen dargestellte Verteileranordnung 20 umfaßt ein Metallteil 21, in dem ein Hohlzylinder 22 aus isolierendem Kunststoff positioniert ist. Ein Metallrohr 23 ist im Inneren des Hohlzylinders 22 genau justiert, wobei sein unteres Ende unter dem Metallteil 21 herausragt und sein oberes Ende eines der koaxialen Rohre 51 bildet. Der Hohlzylinder 22 begrenzt mit dem Rohr 23 eine innere Kammer 24 zur Abführung des Elektrolyten, die durch zwei Ringdichtungen 25 und 26 zwischen dem Hohlzylinder 22 und dem Rohr 23 abgedichtet ist.

Ein hohlzylindrisches Teil 27 ist mit einem Außengewinde in eine Bohrung des Metallteils 21 eingeschraubt und begrenzt mit diesem und dem Rohr 23 eine Kammer 28 zur Einspeisung des Elektrolyten. Die Abdichtung erfolgt durch die Ringdichtung 25 und durch eine zwischen dem Metallteil 21 und dem hohlzylindrischen Teil 27 angeordnete Ringdichtung 29. Die Kammer 28 wird durch einen Kanal 30 gespeist, der in das Metallteil 21 gebohrt ist.

Eine Isolierscheibe 31 ist zwischen dem hohlzylindrischen Teil 27 und dem Distanzrohr 7 angeordnet, um die bei der Positionierung der Vorrichtung auftretenden Stoßbelastungen zu dämpfen.

Ein Kunststoffrohr 32 ist in den hohlzylindrischen Teil 27 eingeschraubt, wobei sein oberes Ende eines der koaxialen Rohre der Gruppe 51 bildet, die in dem Rohr 1 des Wärmetauschers angeordnet ist. Das Kunststoffrohr 32 begrenzt mit dem schmaleren Rohr 23 eine ringförmige Zuleitung 33, die mit der Kammer 28 zur Einspeisung in Verbindung steht.

Eine Deckplatte 34 mit einer inneren Ausnehmung 35 ist mittels Schrauben 36 an der Unterseite des Metallteils 21 über eine Dichtung 37 befestigt. Das untere Ende des Metallrohrs 23 durchdringt die Aussparung 35 und ist in einem Isolierteil 38 aus Kunststoff gehalten,

das in der Aussparung 35 untergebracht ist.

Ein geschlitzter bzw. geteilter ringförmiger Metallstopfen 39 ist in der inneren Ausnehmung 35 um das Rohr 23 und zwischen den isolierenden Kunststoffteilen 22 und 38 fest angeordnet und wird durch die Klemmwirkung einer Schraube 40 fest gegen die Rohrwandung gedrückt.

Ein hohler Stutzen 41 mit einer Zentralbohrung 42 ist in den unteren Teil des Metallrohrs 23 eingeführt, so daß die zentrale Bohrung 42 mit dem Anschluß 4 für das Druckfluid (vgl. Fig. 1) über eine zentrale Öffnung 43 im Deckel 34 in Verbindung steht. Die Dichtigkeit zwischen dem Isolierteil 38, dem Metallrohr 23 und dem Stutzen 41 wird durch Ringdichtungen 44, 44' und 45, 45' hergestellt.

Im oberen Teil des Stutzens 41 ist ein schmales Zentralrohr 46 festgelegt, dessen oberes Ende eines der koaxialen Rohre der Gruppe 51 bildet. Dieses schmale Zentralrohr 46 begrenzt mit dem Rohr 23 einen Ringraum 47, der mit der Kammer 24 zur Entleerung in Verbindung steht.

Ferner weist der Deckel 34 eine Öffnung 48 auf, die den Speisekanal 30 der Kammer 28 mit dem Anschluß 3 verbindet, und eine Öffnung 49, welche die Kammer 24 mit dem Entleerungsanschluß 5 über einen Kanal 49' im Metallteil 21 verbindet.

In Fig. 3 sind das Rohr 1 des Wärmetauschers und die koaxialen Rohre 23, 32 und 46 gezeigt, zwischen denen die ringförmige Zuleitung 33 und die ringförmige Ableitung 47 ausgebildet sind.

Am Ende des Kunststoffrohrs 32 ist ein zylindrisches Zwischenelement 55 eingeschraubt, in dem mehrere Kanäle 56, 57 und 58 verlaufen. Der mit dem schmalen Zentralrohr 46 verbundene Kanal 56 verteilt das Druckfluid, der Kanal 57 steht mit dem Ringraum 47 zur Ableitung des Fluids in Verbindung und der Kanal 58 ist mit dem Ringraum 33 für die Elektrolyteinspeisung verbunden.

Die untere dehnbare Dichtmanschette 53 ist zwischen einem unteren Ring 59 und einem oberen Ring 60 festgelegt, die durch einen selbsthemmenden Ring mit Schrauben 61 am Platz gehalten sind. Eine Abzweigleitung 62 im Zwischenstück 55 verteilt das Druckfluid radial zur unteren dehnbaren Dichtung 53. Durch den oberen Ring 60 verlaufen Ableitungsöffnungen 63, die mit dem Kanal 57 in Verbindung stehen.

Die metallische Elektrode 52 ist auf das obere Ende des Zwischenelements 55 aufgeschraubt. Sie und das Zwischenelement 55 begrenzen eine kleine Kammer 64. Die Elektrode 52 umfaßt mehrere Kanäle 65 für die Einspeisung des Elektrolyten, die über die kleine Kammer 64 mit dem Kanal 58 des Zwischenelements 55 verbunden sind, und einen zentralen Kanal 66 zur Speisung der dehnbaren oberen Dichtmanschette 54 mit Druckfluid.

Der Durchmesser der Elektrode 52 ist kleiner als der Innendurchmesser des Rohrs 1. Die Elektrode und das Rohr 1 begrenzen einen Raum 67 für die Zirkulation des Elektrolyten. Der Raum 67 steht mit den Kanälen 65 durch kleine radiale Öffnungen 68 in Verbindung.

Ans obere Ende der Elektrode 52 ist ein oberes zylindrisches Element 69 angeschraubt, durch das mehrere Kanäle 70 zur Elektrolyteinspeisung und ein zentraler Kanal 71 zur Speisung der dehnbaren Dichtung 54 mit Druckfluid verlaufen.

Die dehnbare Dichtung 54 ist ebenso zwischen einem unteren Ring 72 und einem oberen Ring 73 festgelegt, die durch einen selbstsperrenden Ring mit Schraube 74

am Ort gehalten sind.

Die Einspeisung des aktiven Elektrolyten am oberen Ende geschieht unmittelbar unterhalb der Dichtung 54 durch kleine radiale Öffnungen 75 im Ring 72, die mit den Kanälen 70 des oberen zylindrischen Elements 69 in Verbindung stehen.

Um die Einführung in das Wärmetauscherrohr 1, insbesondere im Fall einer automatischen Positionierung, zu erleichtern, ist ein Spitzkegel 76 auf das Element 69 aufgeschraubt.

Die Behandlung der Innenfläche des Rohrs 1 wird auf folgende Weise ausgeführt.

Zunächst wird die zu behandelnde Zone des Wärmetauscherrohrs 1 lokalisiert, und nach der Lokalisierung wird die Vorrichtung in das Rohr eingeführt. Die Länge der Rohre der Gruppe 51 ist an die Einführhöhe angepaßt.

Danach wird die zu behandelnde Zone isoliert, indem die dehnbaren Dichtungen 53 und 54 mittels des schmalen Rohrs 46 und der Kanäle 56, 66, 71 druckbeaufschlagt werden. Die dehnbaren Dichtungen 53 und 54 legen sich daher gegen die Innenwand des Rohrs 1 an.

Nach dem Abdichten kann die Behandlung der Innenfläche des Rohrs 1 beginnen.

Diese Behandlung kann sowohl aus einer Reinigung des Rohrs als auch aus einer Abscheidung einer mit dem Material des Rohrs verträglichen Metallschicht auf der Innenfläche des Rohrs bestehen. Zur Reinigung wird ein saurer Elektrolyt verwendet, zur Abscheidung eines metallischen Niederschlags ein Elektrolyt auf der Basis von Nickelsalz.

Der Elektrolyt wird durch die Kammer 28, den Ringraum 33 und die Kanäle 58, 65 und 70 in die isolierte Zone eingespeist. Der Elektrolyt zirkuliert im Raum 67 durch die kleinen radialen Öffnungen 68 und 75, und er wird am unteren Teil des Raums 67 durch die Kanäle 63, 67, den Ringraum 47 und die Entleerungsöffnungen 49 und 49' zu einer Behandlungseinheit abgeleitet.

Während der Zirkulation des Elektrolyten wird über die Metallteile 39 und 22, das Rohr 23 und das untere Element 55 ein elektrisches Feld zwischen dem Wärmetauscherrohr 1 und der Elektrode 52 erzeugt. Die so erzeugte Potentialdifferenz bewirkt im Elektrolyten eine Ionenwanderung, durch die eine Metallschicht durch Elektrolyse abgeschieden oder die Korrosionsschicht durch inverse Elektrolyse angegriffen wird. Die Dauer des Durchlaufs für einen elektrolytischen Poliervorgang ist einige Sekunden und insbesondere 10 Sekunden.

Nach diesem Arbeitsgang wird das elektrische Feld außer Kraft gesetzt.

Auf klassische Weise kann mittels eines nicht dargestellten Mehrwegeventils ein Spülfluid durch die Leitungen zum Einspeisen und Abführen des Elektrolyten geführt werden, um jede Spur von Verunreinigungen zu beseitigen.

Die Abführung des Elektrolyten kann vervollständigt werden durch Austreiben des Elektrolyten mit Druckluft, Spülen mit entmineralisiertem oder entsalztem Wasser, Abführen dieses Wassers, und schließlich Nachspülen mit Druckluft.

Außerdem kann zwischen dem Elektrolyseschritt und dem Spülschritt ein Zwischenschritt ausgeführt werden, der darin besteht, einen Korrosionsinhibitor- bzw. Hemmstoff einzuführen, ihn abzuführen und mit Druckluft nachzuspülen.

Dank der Befestigungsverbindung 6 kann der Vorgang automatisiert werden, wobei die Vorrichtung auf einem ferngesteuerten Träger angeordnet ist.

Das erfindungsgemäße Verfahren läßt sich folgendermaßen zusammenfassen: In ein Rohr wird eine Vorrichtung zur Behandlung der Innenfläche des Rohrs eingeführt. Die zu behandelnde Zone wird vom Rest des Rohrs isoliert. In der Zone wird ein Elektrolyt in Zirkulation gebracht, um die Behandlung auszuführen. Zwischen der Behandlungsvorrichtung und dem Rohr wird ein elektrisches Feld erzeugt, um eine kreuzweise Ionenwanderung zu bewirken. Das erzeugte elektrische Feld wird aufgehoben. Der Elektrolyt wird in eine Behandlungseinheit abgeführt, dann wird durch Druckluft ausgetrieben. Die behandelte Zone wird mit entmineralisiertem Wasser gespült, dann wird das Wasser abgeführt und schließlich wird ergänzend mit Druckluft nachgespült.

Wie ersichtlich ist, bestehen die Hauptvorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens darin, daß auf einfache Weise eine Entrostung, ein Abtrag bzw. ein Abbeizen der Innenfläche eines Rohres durchgeführt oder das Rohr wirksam gegen Korrosion durch das Primärfluid geschützt werden kann, wobei dieser Schutz ohne Modifikation des metallurgischen und mechanischen Zustands des Rohrs bewirkt wird.

Die Erfindung ist nicht auf die beschriebene Ausführungsweise beschränkt; sie umfaßt im Gegenteil sämtliche Varianten.

So kann anstatt Nickel anderes Metall abgeschieden werden, wenn dieses Metall mit dem Material des Rohrs kompatibel ist.

Schließlich wird das erfindungsgemäße Verfahren nicht nur im Fall von Dampferzeugern von Druckwasser-Kernreaktoren angewendet, sondern ebenfalls im Fall sämtlicher Dampferzeuger mit Rohren, deren Innenflächen mit einem Fluid in Kontakt treten, das unter den Gebrauchsbedingungen des Dampferzeugers korrosiv ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zur elektrolytischen Behandlung der inneren Oberfläche von Wärmetauscherrohren eines Dampferzeugers, bei dem eine Anordnung mit einer Elektrode zur Behandlung der Rohroberfläche in das Rohr eingeführt wird, im Rohr ein Elektrolyt in Zirkulation gebracht wird, zwischen der Behandlungsanordnung und dem Rohr ein elektrisches Feld erzeugt wird, anschließend das erzeugte elektrische Feld aufgehoben wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß nach dem Einführen der Behandlungsanordnung in das Rohr der zu behandelnde Abschnitt des Rohrs vom Rest des Rohrs abgesperrt und die Zirkulation des Elektrolyten im Rohr auf diesen Abschnitt beschränkt wird, daß nach Aufheben des elektrischen Feldes der Elektrolyt abgelassen und der Rohrabschnitt mit Druckluft ausgeblasen wird, daß der Rohrabschnitt mit entmineralisiertem Wasser gespült wird, und nach dem Ablassen des Wassers der Rohrabschnitt nochmals mit Druckluft ausgeblasen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Ablassen des Elektrolyten und dem Spülen mit entmineralisiertem Wasser ein Korrosionsinhibitor in den Rohrabschnitt injiziert wird, der Korrosionsinhibitor abgelassen

und der Rohrabschnitt mit Druckluft ausgeblasen wird.

3. Vorrichtung zur Behandlung der Oberfläche von Wärmetauscherrohren eines Dampferzeugers, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 oder 2, mit einer äußeren Anordnung (20) zum Einspeisen eines Fluids in das Rohr, mit einer Behandlungsanordnung (50), die in dem zu behandelnden Abschnitt des Rohrs (1) positionierbar ist und eine Elektrode (52) aufweist, und mit einer im Innern des Rohrs (1) verlaufenden Zuleitung (33) zum Zuführen eines Elektrolyten zur Behandlungsanordnung (50),
dadurch gekennzeichnet,

daß die Anordnung (20) als Verteileranordnung für den Elektrolyten und wenigstens ein weiteres Fluid ausgebildet ist,

daß die Behandlungsanordnung (50) zwei koaxial beabstandete dehnbare Dichtmanschetten (53, 54) aufweist, mit denen der zu behandelnde Rohrabschnitt von den restlichen Rohrabschnitten abgesperrt werden kann, und zwischen denen die Zuleitung (33) in den zu behandelnden Rohrabschnitt mündet,

daß die Zuleitung (33) über die Verteileranordnung (20) mit einem Spülfluid beaufschlagt ist, daß im Rohr eine Ableitung (47) zum Abführen des Elektrolyten und des Spülfluids und eine Leitung (46) zum Beaufschlagen der Dichtmanschetten mit einem Druckmittel angeordnet sind.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein äußeres Kunststoffrohr (32) mit einem inneren Metallrohr (23) die ringförmige Zuleitung (33) begrenzt, und daß ein schmales Kunststoffrohr (46) im Inneren des Metallrohrs (23) die ringförmige Ableitung (47) begrenzt, wobei das schmale Rohr (46) die Leitung zum Beaufschlagen der Dichtmanschetten (53, 54) mit Druckmittel bildet.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge der koaxialen Rohre (32, 23, 46,) so bemessen ist, daß sich der zu behandelnde Abschnitt des Rohrs (1) zwischen den Dichtmanschetten (53, 54) befindet.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektrode (52) auf dem Ende der koaxialen Rohre (32, 23, 46) über ein Zwischenstück (55) befestigt ist, das die Dichtmanschette (53) trägt und im Inneren einen mit der Ableitung (47) verbundenen Kanal (57), einen mit der Zuleitung (33) verbundenen Kanal (58) und einen Kanal (56) umfaßt, der das schmale Rohr (46) und die dehnbare Dichtmanschette (53) durch eine Abzweigleitung (62) verbindet.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektrode (52) mehrere Axialkanäle (65) aufweist, die den freien Raum (67) durch radiale Öffnungen (68) mit der Zuleitung (33) verbinden, und daß die Elektrode (52) über ihre gesamte Länge von einem Kanal (66) zur Beaufschlagung der oberen dehnbaren Dichtmanschette (54) mit Druckmittel durchquert ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektrode (52) über das Metallrohr (23) mit einem im Inneren der Verteileranordnung (20) befestigten elektrischen Anschluß verbunden ist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 8,

dadurch gekennzeichnet, daß die Verteileranordnung (20) einen Anschluß (3) zur Speisung mit Elektrolyt oder Spülfluid, der mit der Zuleitung (33) durch eine Kammer (28) und Kanäle (30, 48) verbunden ist, einen mit dem schmalen Rohr verbundenen Anschluß (4) zur Speisung mit Druckfluid und einen Anschluß zur Abführung des beladenen Elektrolyten oder des Spülfluids umfaßt, der mit der Ableitung (47) durch eine Kammer (24) und Kanäle (49, 49') verbunden ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

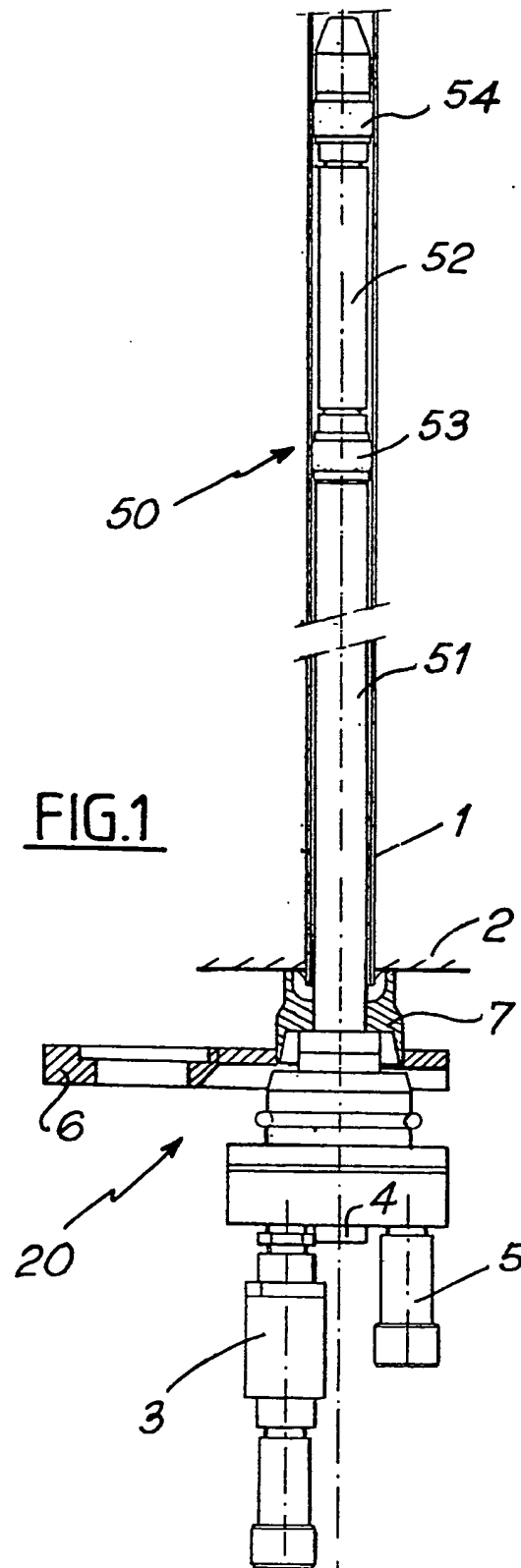


FIG.2

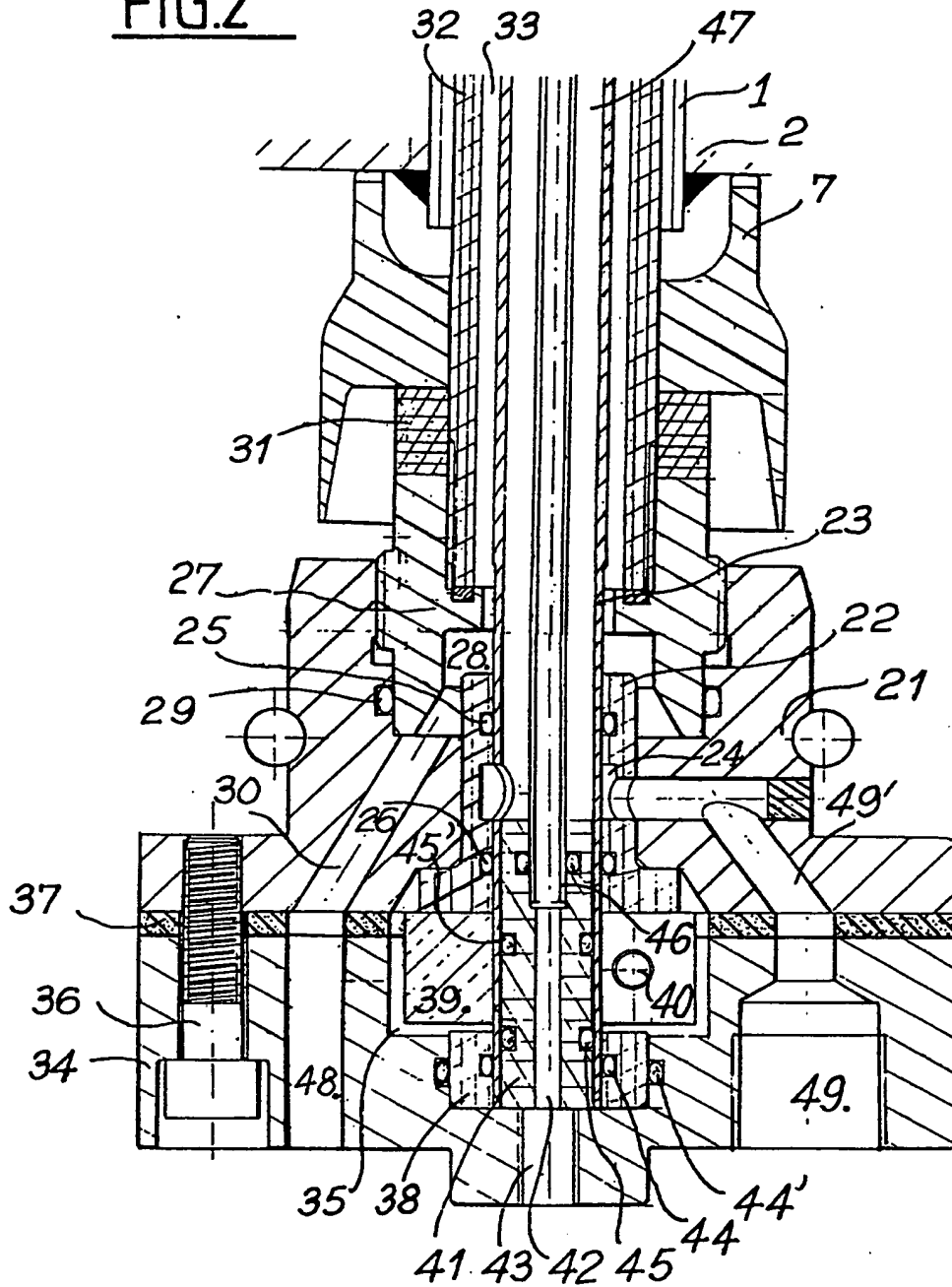


FIG.3

